

⑫ 公表特許公報(A)

昭62-502442

⑬ 公表 昭和62年(1987)9月17日

⑭ Int. Cl.⁴
H 02 K 35/00

識別記号

庁内整理番号
7740-5H審査請求 未請求
予備審査請求 未請求

部門(区分) 7(4)

(全 5 頁)

⑮ 発明の名称 フリーピストン スターリングエンジンによつて駆動されるリニア交流発電機に特に適した電気機械的変換器

⑯ 特 願 昭61-502083

⑰ 出 願 昭61(1986)4月3日

⑱ 翻訳文提出日 昭61(1986)12月4日

⑲ 国際出願 PCT/US86/00673

⑳ 国際公開番号 WO86/05927

㉑ 国際公開日 昭61(1986)10月9日

優先権主張 ㉒ 1985年4月4日 ㉓ 米国(US) ㉔ 720004

⑳ 発 明 者 レドリック, ロバート・ダブリ アメリカ合衆国オハイオ州45701アセンズ・グランドパークブール
ユー バード 9㉑ 出 願 人 サンパワー・インコーポレーテ アメリカ合衆国オハイオ州45701アセンズ・バイアードストリート
ッド 6

㉒ 代 理 人 弁理士 小田島 平吉

㉓ 指 定 国 AT(広域特許), AU, BE(広域特許), BR, CF(広域特許), CG(広域特許), CH(広域特許), CM(広域特許), DE(広域特許), DK, FR(広域特許), GA(広域特許), GB(広域特許), IT(広域特許), JP, KR, LU(広域特許), ML(広域特許), MR(広域特許), NL(広域特許), NO, SE(広域特許), SN(広域特許), TD(広域特許), TG(広域特許)

請 求 の 範 囲

1. (a) 比較的高い透磁率の材料で形成された磁束ループであつて、該ループを過り横に形成されており、且つ往復運動路に沿って整合されている少くとも1対の間隔をへだてた間隔を有している磁束ループと、
(b) 該ループの周りに巻かれた電機子コイルと、
(c) 該間隔内で位置を交互に代えるように該往復運動路に沿って往復運動可能に機械的に取付けられている磁石とを具備しており、該磁石が該往復運動路を横断し、該間隔を横切る磁化ベクトルを有しており、且つ機械的エネルギー入力又は出力に駆動的に連結されていることを特徴とする電機機械的変換器。

2. 該磁束ループが複数の対の該間隔をへだてた間隔を有しており、そして請求の範囲2による磁石が該対の各々と関連づけられている請求の範囲1に記載の電機機械的変換器。

3. 各々の対の間隔が平行な、直線の往復運動路に沿って形成されている請求の範囲2に記載の電機機械的変換器。

4. 平行な往復運動路に沿って整合されたそれ等の間隔を有しているカステードシリーズの隣接しているループに形成されている複数の該磁束ループがある請求の範囲1に記載の電機機械的変換器。

5. 該磁束ループが中心軸線の周りに対称であり、そして該往復運動路が円筒状である請求の範囲1に記載の電機機械的変換器。

6. 該電機子コイルが該中心軸線の周りに巻かれている請求の範囲5に記載の電機機械的変換器。

7. 該電機子コイルが該磁石の内方に巻かれている請求の範囲1に記載の電機機械的変換器。

8. 該電機子コイルが該磁石の外方に巻かれている請求の範囲1に記載の電機機械的変換器。

9. 比較的高い透磁率、強磁性の材料で形成された磁束ループの周りに巻かれたコイル内に交差起電力を誘導する方法において、

往復運動路を横断している磁の磁化ベクトルを維持しながら該ループ内に形成されている1対の間隔をへだてた間隔内の交互に代る位置間に、実質的にいかなる取付けられた強磁性の磁束路のない実質的に磁束源のみを往復運動することを特徴とする方法。

明 細 書

フリーピストン スターリングエンジンによって駆動される
リニア交流発電機に特に適した電気機械的変換器

発明の分野

本発明は一般的に電動機及び発電機として使用される電磁型の電気機械的変換器に関し、そして更に詳細には比較的小さい往復運動する質量を有しており、且つ直線的に往復運動する交流発電機に使用するのに特に有利である変換器に関する。

発明の背景

機械的な形態と電気的な形態との間でエネルギーを変換するすべての電磁型の電気機械的変換器はワイヤコイル(coil of wire)を通る磁束の時間変化を利用する同じ基本原理で作動する。それ等の間の差はそれ等の実用性及び相対的効率にある。

効率及び実用性を最適化するために、種々の異なるパラメータが考察され、且つ最適化されなければならない。例えば、リニア交流発電機の如き、直線的に往復運動する機械において、駆動力によって打ち勝たなければならない運動量を最小にするために往復運動で駆動されなければならない質量を最小にするのが望ましい。同様に、エネルギー出力と交流発電機重量との最大比を提供するために電気的交流発電機の全質量が最小であるのが望ましい。

これを達成するのに役立つ1つの方法では、これは、高透磁率の磁束路を提供するのに使用される変圧器の鉄が飽和し始める前に機械が作動できる電流を最大にすることである。飽和を生ずる磁束は2つの構成要素から生ずる、1つは永久磁石の如き磁束源から、そして他方は電機子

の中間である。しかしながら、リニア交流発電機がフリーピストンエンジンによって駆動されるときは、リニア交流発電機はエンジンのスタートを容易にするために往復経路の反対端に比較的近い2つの平衡位置を有しているのが望ましい。

巻線の各巻数が最少の長さであり、且つ巻線がよく引き締まって巻かれているのが望ましい。

いくつかの設計では、相対的に往復運動する部分の1方が、そもそも巻線導体によって占められるスペース内に往復運動する。これは巻線を動く磁石から離して位置づけるためにより多くの鉄を必要とすることによって重量を増加する。

第1図に例示された従来技術の如きなお他の設計は以下に説明されている如き望ましくない特性の波形を生ずる。

本発明の簡単な概要

本発明は比較的高い透磁率材料で形成された磁束ループを有しており、該ループを通り横に形成されていて、且つ往復運動経路に沿って整合された少くとも1対の間隔をへだてた間隔を隔えた電気機械的変換器である。コイルがループの周りに巻かれていて、磁束ループとの磁気結合及び外部回路への電気的接続を提供している。磁石は2つの間隔内の交互の位置に対して往復運動経路に沿って往復運動のために機械的に取付けられている。この磁石は往復運動経路に対して横断している、好ましくは垂直であり、且つ該間隔を横切っている磁化ベクトルを有している。この磁石はそれぞれ交流発電機又は電気機として作動するために機械的エネルギー入力又は出力に駆動的に連結されている。

本発明は種々の方法において従来技術の装置と異なっており、最も注

意される巻線内に誘導された電流から生ずる。電機子反作用磁束と呼ばれる後者の源は空隙距離によって分けられた電機子電流に比例する。従って、作用間隔の数を増加することによって電機子反作用磁束を減少すると飽和前により高い動作電流を許容にする。

スターリングエンジンによって駆動されるように意図されたリニア交流発電機の設計の目的は、米国特許第4,330,993号に記載されている如きフリーピストンスターリングエンジンの回転潤滑の利点を許すためにフリーピストンスターリングエンジンがその中心軸線の周りに回転又はスピンされることができるよう軸線方向に対称であることである。

種々の交流発電機の設計が従来技術に提案されてきたが、それ等の異なる設計は固有の弱点を有している。いくつかの設計は1方が反対に向けられた磁束の極性のためにある、逆の磁束を得るための2つの異なる磁石の使用を必要とする。他のものは互に対向する、即ち反対する方式にインターフェースしているそれ等の極を有している多数の磁石を利用している。これ等は本発明に比べて不必要な複雑化を生ずる。

他の設計は、磁束が電機子反作用に対して小さい余裕(margin)のみを残して、鉄を殆んど飽和するのに充分であるという点で電氣的に非飽和的である。本発明によってアプローチされている最適設計は鉄飽和において等しい電気機子反作用磁束及び磁石磁束(magnet flux)を有することである。これは動力対重量比を最大にする。

更にまた、鉄芯材料に対する磁石の相対的運動は磁石を平衡位置の方に動かそうとする実質的な磁性ばねの力を生ずることはよく知られている。いくつかの装置において、この平衡位置は往復経路の対向する境界

目に値するのは、磁石自身のみが往復運動する、本質的に鉄質量は往復運動しない;本発明の基礎的な実施態様は2つの間隔内に単一の磁石を必要とし、これに反し、他のものは2つを必要とし、時には対向する関係にある;本発明の磁石は間隔を横切るよりは寧ろ間隔内に入っていく;そして磁石は間隔を横切り、好ましくはその往復運動経路に対して垂直に磁化されることを含んでいる。

1つの間隔の代りに2つの間隔を通過する電機子反作用磁束のために、電機子反作用磁束が減少され、従って高い動作電流を許している。その結果として、本発明による電気機械的変換器は少くとも2つの係数だけ従来技術に優る改良である動力対重量比を示す。このことは1部では全質量が小さいので、更に詳細には往復運動しなければならない質量が単に磁石自身のみから成るからである。高導磁度磁束路のどれも往復運動されない。このことはまた1部では本発明において磁石によって誘導される磁束が電機子反作用磁束にほぼ等しいからである。それ等の副巻線は、巻線を通る磁石と巻線内の線の長さとの高い比率を与える本発明の幾何学的形状のために、より有効に使用される。

図 面 の 説 明

第1図はいくつかの従来技術の電気機械的変換器の原理を例示している簡単化された概略的なダイアグラムである。

第2図は本発明の実施態様の基本的な動作原理をその最も簡単化された形で例示している概略的なダイアグラムである。

第3図は第2図の実施態様の線対称変換又は回転によって作り出された本発明の対称両端(double-ended)実施態様の概略的なダイアグラムである。

第4図、第5図、第6図及び第7図は第3図に例示された型式の本発明の実施態様の概略的なダイアグラムである。

第8図は本発明の実施態様の概略的なダイアグラムである。

第9図は本発明の他の実施態様であり、これでは、往復運動をする磁石は、第3図乃至第7図の実施態様に例示された如き外方向よりはむしろ電機子コイルの内方向である経路内を往復運動する。

第10図は本発明の好ましい実施態様の分解図である。

図面に例示されている本発明の好ましい実施態様の説明において、特定の用語用語が明確化のために採用されている。しかしながら、本発明はそのように選択された特定の用語に限定される意図を有していない、そして各々の特定の用語は同様な目的を達成するために同様な方法で動作するすべての技術的に同等のものを含むと理解されるべきである。

詳細な説明

第1図は従来技術において多数ある装置の動作原理を例示している。このような装置は、電機子コイル12が周りに巻かれている比較的高い透磁率材料によって形成された磁束ループ10を有している。間隙(gap)14が経路内に設けられている。磁石16が高い透磁率材料18内に埋め込まれており、且つその往復運動の方向に分極化されている。第1図の装置は磁石16が間隙14を横切るときに磁束ループ10内に時間で変化する磁束を誘導する。磁石16が極片に直接対向して位置づけられても、本質的には磁束は磁束路10内に生じない。その結果は、多くのサイクル時間中、磁石が間隙を横切るとき以外多くの磁束変化はないということである。従ってその構造体は比較的短い期間の電圧スパイク(spike)を発生する傾向がある。

如き高透磁率材料で形成される。

従って、第2図の実施態様の動作において、交番起電力、即ちe.m.f.は、往復運動経路を横切る磁石30の磁化ベクトルを維持しながら、間隙24及び26内の交互に代わる位置間に、本質的には磁石30のみを往復運動することによってコイル28内に誘導される。往復運動する質量(mass)はいかなる取付けられた強磁性体の磁束路も実質的に欠いており、従って鉄の如き余分な質量は往復運動において駆動される必要がない。

第2図に例示された基礎的な、簡単なシステムは第3図又は第4図に示された如く拡張され、且つ両端を類似に作られることができる。

第3図は第2図の実施態様の平面对称物(mirror image)の追加を表わしており、下部セグメントは上部セグメントの反映である。これは、単一の巻線50が巻かれている共通の脚44を分かちあっている2つ異なる磁束ループ40及び42より成っている。磁石46及び48は、機械的に一緒に連結されており、発電機又は電動機として利用するために機械的エネルギー入力又は出力装置に連結しているリンク49として象徴的に表わされている。第3図の実施態様において、磁石46及び48は2つの磁束ループ内に磁束を生じ、そしてその磁束はコイル50が周りに巻かれている中間の脚44内に加わる。各々の巻き(wind)は双方の磁束ループを囲んでいるので、磁束対巻線の長さの比が改善される。

第3図の高透磁率材料の形状は、磁束通路が第4図に示された如くであるように物理的に変更されることができる。高透磁率質量52内に環状の周回チャネル54が形成されており、この中にコイル56が巻かれることができる。更に他の例として、高透磁率材料52の中央部分は積層構

米国特許第4,346,318号は多少異なっている電動機を例示している。それは単一の間隙内を往復運動される1対の対向して分極化されていて、隣接して取付けられた磁石を有している。

第2図は最も簡単化された形式の本発明を表わしている。第2図の実施態様において、磁束ループは主セグメント20と、比較的小さいセグメント22との2つのセグメントにおける高い透磁率材料で形成される。この2つのセグメントは本発明の実施態様では、磁束ループを通り横切って形成された少くとも2つの間隙をへだてた間隙があるので、分離している。これ等の2つの間隙24及び26はまた往復運動路に沿って整合されなければならない。電機子コイル28がループの周りに巻かれている。

永久磁石又は他の磁束源である磁石30は、間隙24及び26内で位置を交互に代えるために往復運動路に沿って往復運動するために機械的に取付けられている。磁石30は往復運動路を横切って、好ましくは往復運動路に垂直な磁化ベクトルを有しているので、それは間隙を横切って磁化される。磁石30は、往復運動中磁石の位置に対してはほぼ直線的に変化する磁束を磁束ループ内磁束を生ずる。従って、これはシメソイドに非常に近似している起電力を誘導する。磁束路内に生じた磁束は、磁石が間隙26内にいるとき、第2図に例示された如く、1つの方向にあり、そして磁石が間隙24に移動されるとき反対の方向にある。

この磁石は永久磁石であるのが好ましい、即ちそれは高い残留磁束と、高い保磁力を示す。好ましくは、これは希土類元素のコバルト永久磁石であって、サマリウムコバルトの如き直線性の消磁カーブを有しているのが最も好ましい。磁束ループは従来の変圧器鉄(transformer iron)の

造体の製造を簡単化するために仮想線57と59との間を省略されることができ、電機的にこの構造体は2つの反対に向いた磁束路より成っており、且つ第2図に例示された型式の往復運動をする磁石と協働する。この磁束路は互に間隙をへだてられているが、双方はコイル56によって囲まれている。

第4図は断面図であり、第5図は第4図の実施態様の端部図であって、高透磁率材料の中央部分が省略されている。更に、第5図の実施態様は第6図に例示された実施態様を提供するために直角位相(quadrature)に2重にされることができる。第6図は本質的には中心軸線70の周りに互に90度はなして方向づけられており、且つコイル72で巻かれた4つの磁束路60、62、64、68より成っている。これ等の4つの磁束路の各々は第2図及び第4図に例示されたのと同様であり、そして単一のコイル72がすべての4つの磁石路を囲んでおり、これによって、磁束対巻線長さの比を更に改善することによって、第3図の構造体以上に効率を改善している。

更に、第4図の実施態様の図は、本質的には第4図と同じ断面のダイアグラムを有している第7図に例示された円形の、軸線方向に對称な実施態様を提供するために、その中心軸線の周りに連続的に回転されることができ、その実施態様において、往復運動をする磁石は、主内方リング76と、副外方リング78とより成っている磁束ループ内に形成された横間を開き、且つ通過する単一の、円形のバンド74となっている。コイルは、内方リング76の外側の内側に形成されている溝内に巻かれている。

第7図の実施態様の主な利点は、磁石74が2つの間隙間を第7図の

質の内側方向及び外側方向に往復運動されることができるとはならず、電機子コイル内に起電力を誘導するのに必要な磁束変化を生ずるためのその能力にかなる影響をも与えることなくその中心軸線の周りに回転されることができるとはならず、このことは、特許第4,330,993号に記載された流体力学的潤滑の利点を するために回転されるフリーピストンスターリングエンジンの動力ピストンに機械的に連結されるリニア交流発電機に特に有用である。図に例示された磁石のすべては平行な直線の往復運動路に沿って往復運動する。第5図及び第6図の平行な直線の経路は中心軸線の周りの円筒状の装置内に位置づけられる。弧状の経路の如き他の往復運動経路は本発明の概念内で使用されることができ、

本発明の磁束ループはまた第8図に例示された如きカスケードシリーズ(cascaded series)の隣接するループに形成されることができ、第8図は単に第3図に例示された実施態様の型式のカスケードシリーズの繰返しにすぎない。それは第3図に例示された如く、中央の脚80の如き共通の中央の脚を有しているカスケードの繰返しの2つのループを有しており、そして更に脚82及び84の如き側脚を分ちあっている。

第3図乃至第8図の実施態様は主磁束路の外方に位置づけられた往復運動をする磁石又は複数の磁石及び電機子コイルを例示している。しかしながら、その相対的位置は、電機子コイルが往復運動をする磁石の外方にあるように逆にされることができ、これ等の類似の形態が第9図に例示されている。

第9図において、強磁性の、管状の外部コア92はその中央の円筒状の通路の内側に形成されたチャネル94の如き、複数の環状チャネルを

有している。複数の電機子コイル101、102、103等がこれ等のチャネル内に巻かれている。外部円筒状コア92が主磁束路を形成する。副磁束路107が管状外部路内に挿入された中心の、軸線方向の直線のロッドを有している。このロッドは動作中外部コアに対して固定のままである。

磁石110及び111の如き、磁石は機械的に一緒に連結されており、そして機械的なエネルギー入力又は出力に駆動的に連結されている。これ等は図示された極性を有している円形磁石を有しているのが好ましい。

第10図は本発明の現実的な、概略的でない実施態様を例示している。それは、フリーピストンスターリングエンジン212によって駆動される、本発明による交流発電機210を示している。このエンジンはディスペンサ(dispenser)214と、動力ピストン216とを有している。動力ピストン216は、アルミニウムの如き非強磁性の支持体222及び224に取り付けられている1対の磁石218及び220に連結されている。これ等は、中心部分が鉄コア材料から除去されていないということを除き、第4図及び第5図の実施態様の方法で形成されている鉄磁束路材料230内に形成された間隙226及び228を横切って往復運動で駆動される。磁束路232の側部分は外部ハウジングの1部分である。

詳細な図面及び特定の例が本発明の好ましい実施態様を説明するのに与えられたが、これ等は例示の目的のみであり、本発明の装置は開示された詳細及び条件に限定されず、且つ種々の変化が以下の請求の範囲によって規定されている本発明の精神から逸脱することなく本発明に行なわれることができると理解されるべきである。

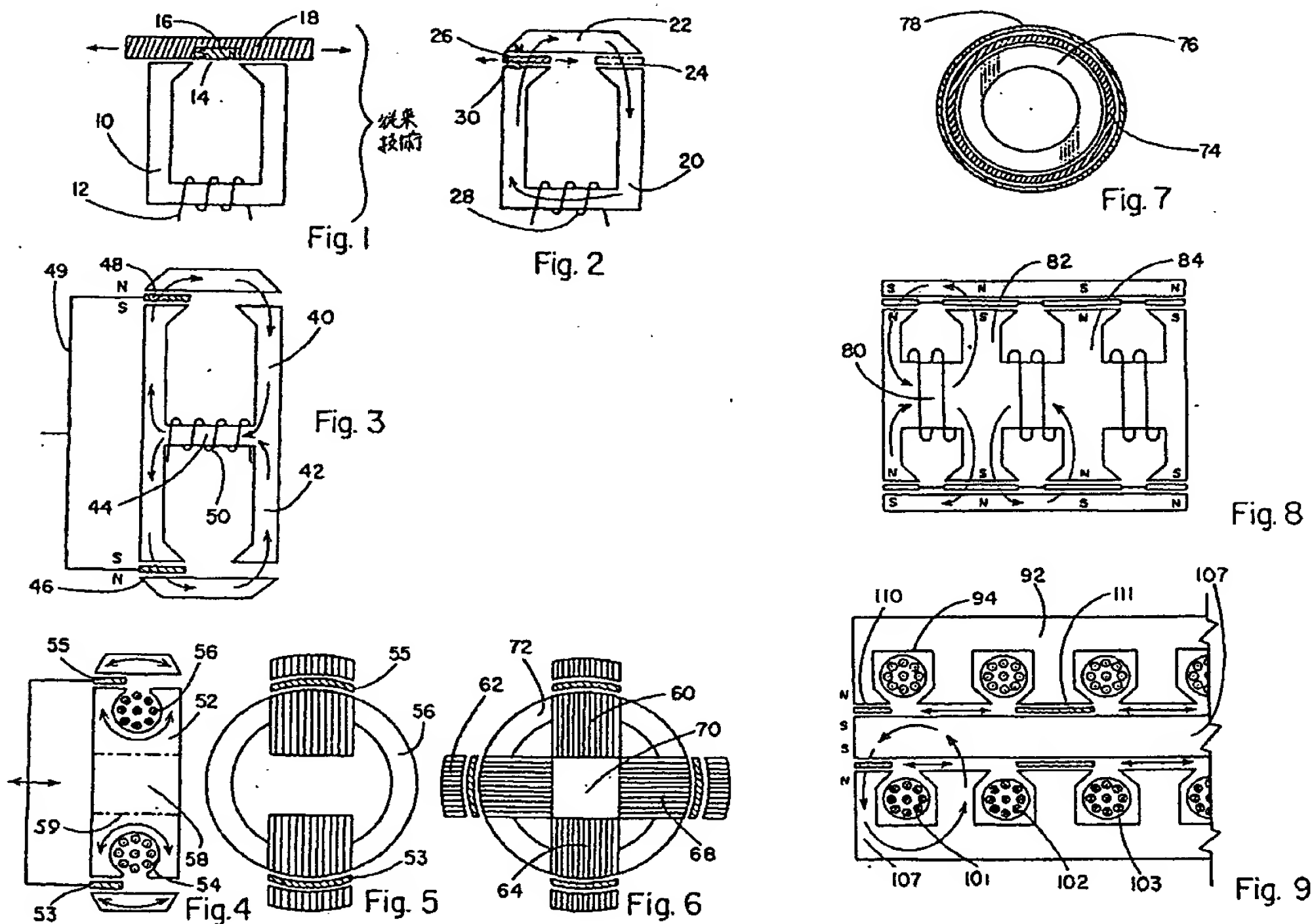
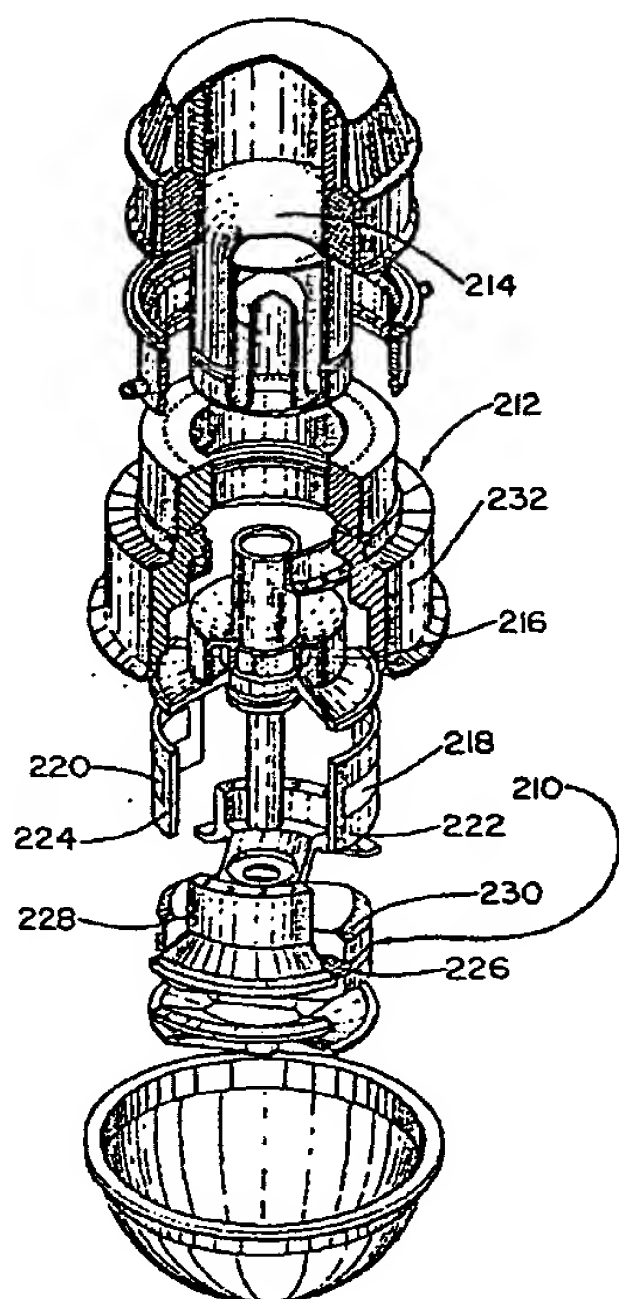


FIG. 10



1. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC: IPC (4): H02K 35/00; H02K 35/04 U.S. Cl.: 310/15; 290/1		
2. FIELDS SEARCHED		
Classification System		
U.S.	290/1; 310/15; 310/30; 266; 49	
Documents searched other than Modern Documents to the extent that such Documents are included in the Fields Searched		
3. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	US, A, 4,349,757, Bate, 14 September 1982. (See entire document)	1-9
A	US, A, 3,781,876, McComb, 21 December 1973 (See entire document)	1-9
A	US, A, 3,588,888, Harden, 18 June 1971 (See entire document)	1-9
<p>* Special definitions of cited documents: 1)</p> <p>"A" document giving the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another document or other special reason (see specification)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but said to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"Z" document mentioned in the written patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
6 June 1986		20 JUN 1986
International Searching Authority: ISA/US		Examiner: Deborah A. Gagnon

Form PCT/ISA/210 (revised sheet) (October 1983)